

【特别策划】

## 人机服务接触体验的影响因素

饶培伦<sup>1</sup>, 雷心<sup>2</sup>

(1.清华大学, 北京 100084; 2.浙江工业大学 管理学院, 杭州 310023)

**摘要:** **目的** 人工智能与机器人技术的进步推动着智能机器人进入服务业, 加速了服务业的数字化、个性化、智能化发展。随着服务机器人进入人类社会, 人与服务机器人的交互 (HSRI) 研究也在从“以技术为中心”向“以人为中心”过渡。在这样的背景下, 对 HSRI 相关研究进行综述, 从人、机、服务接触三个方面梳理 HSRI 的影响因素。**方法** 通过收集与整理相关文献, 阐述服务机器人的定义与特征, 梳理了人的因素、机器人属性、服务接触特征三个方面的影响因素。**结果** 人机服务接触的三大影响因素为机器人属性 (包括机器人的拟人化、性别、种族与文化、可用性、透明度、形体与呈现)、人的因素 (包括人的年龄、性别、文化、人格特质、技术就绪指数、对机器人负面态度)、服务接触特征 (包括服务场所、机器人参与度、顾客参与度、失误后果严重性、有形与无形、认知分析型与情感社交型)。**结论** 建议 HSRI 研究综合考虑人、机、服务接触三个方面影响因素, 关注智能服务机器人的发展和应用阶段, 更重要的是在社会伦理道德的框架下进行机器人的设计与研发。

**关键词:** 服务机器人; 智能机器人; 人-机器人交互; 服务接触

中图分类号: F27; TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2023)12-0077-12

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.12.008

## Influencing Factors of Human-Robot Service Encounter Experience

RAU Pei-luen Patrick<sup>1</sup>, LEI Xin<sup>2</sup>

(1. Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. School of Management, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

**ABSTRACT:** The progress of artificial intelligence and robot technology promotes the intelligent robots to enter the service industry, accelerating the digital, personalized and intelligent development of the service industry. As service robots become increasingly prevalent in the human society, the research on human service robot interaction (HSRI) is shifting from a "technology-centric" focus to a more "human-centric" approach. Under such a background, the work aims to review the research on HSRI and sort out the influencing factors of HSRI from human, robot and service encounter. Through literature collection and arrangement, the definition and characteristics of service robots were expounded and the influencing factors from human factors, robot attributes and service encounter characteristics were organized. The three influencing factors of HSRI were robot attributes (including anthropomorphic design, gender, race and culture, usability, transparency, embodiments and presence), human factors (including age, gender, culture, personality traits, technology readiness index, negative attitudes towards the robot) and service encounter characteristics (including service location, robot involvement, customer involvement, severity of failure consequences, tangible versus intangible, cognitive-analytic versus emotional-social). Finally, the research on HSRI should comprehensively consider three aspects of human factors, robot attributes, and service encounter characteristics, pay attention to the development and application stages of service robots, and design and develop service robots within the framework of social ethics.

**KEY WORDS:** service robot; intelligent robot; human-robot interaction; service encounter

收稿日期: 2022-01-05

基金项目: 国家自然科学基金 (71942005); 国家重点研发计划 (2018AAA0101702)

作者简介: 饶培伦 (1970—), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为人因工程、人机交互。

通信作者: 雷心 (1994—), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为人因工程、人机交互。

服务机器人是集机械、信息、材料、生物学等多学科交叉的战略性技术,它的出现是服务行业的重要变革之一。如今,机器人已经越来越普遍地参与甚至替代人工服务,在酒店、餐厅、商场、景点、家庭等场所,服务机器人的身影已频繁出现。作为机器人技术与人工智能技术的结合体,服务机器人能够感知周围环境,自主规划并执行物理或非物理任务来提供服务<sup>[1]</sup>。其智能性与自主性支持服务机器人与用户进行自然的互动与交流,这使人们将服务机器人看作社会参与者而非普通工具,并积极地与机器人建立社会关系<sup>[2-4]</sup>。在以往的研究中,一部分研究者是从技术驱动的角度来考虑机器人的研发,一部分则从用户的角度来考虑机器人的设计及其社会影响。随着智能机器人在服务领域的实际应用,优化人机交互、提升用户体验对服务机器人产业的发展愈发重要,本文将围绕该目标提出人与服务机器人交互(Human-Service Robot Interaction, HSRI)研究的概念模型,以期启发研究者进行理论探究,并为服务机器人的设计和研发人员提供实践启示。

消费者无疑是 HSRI 研究中的重点关注对象,近几年消费者在机器人服务中的行为表现、交互意愿、服务体验等引起了学术界的关注<sup>[5-7]</sup>。另一方面,服务机器人的发展目标不是取代人类员工,而是实现人机协作,最大化地发挥人与机器各自的能力和优势。越来越多的研究致力于人机协作的设计、实施与推广,员工与服务机器人的合作意愿<sup>[8]</sup>、交互体验<sup>[9]</sup>、责任归因<sup>[10]</sup>等主题也引起了各个领域研究者的兴趣。因此,HSRI 研究不仅要关注接受机器人服务的消费者,也要关注与机器人协作的人类员工,本文所提出的概念模型适用于消费者和员工与服务机器人的互动研究。首先,对服务机器人的定义进行梳理,总结服务机器人的特征以明确本文关于 HSRI 研究的调研范畴;其次,提出一个可扩展的“人-机-服务接触”概念模型,包括关键影响因素和与人相关的评价指标,其中关键影响因素包括三类,即机器人属性、人的因素、服务接触特征,与人相关的评价指标可分为四类,即感知、态度、情感、行为;再次,将针对三类关键影响因素作展开说明;最后,对本文的主要内容进行总结与展望。

## 1 服务机器人的定义

国际标准化组织将机器人定义为程序驱动、具有自主性、能进行移动、操作和定位的机械装置<sup>[11]</sup>,其中自主性是指在没有人工干预的情况下,根据当前状态和感知执行计划任务的能力。这种定义强调的是机器人的机械动力和提高生产力的能力,服务机器人作为一类特殊的机器人,被定义为,为人类或设备执行有用任务、供个人使用或专业使用的机器人,不包括

工业自动化设备<sup>[11]</sup>。近年来,学术界对服务机器人给出了多种定义,有学者认为服务机器人是信息技术的物理化身,能够以高度自主地执行任务来提供服务<sup>[1,12]</sup>,这种观点更强调服务机器人的实体属性。Wirtz 等<sup>[13]</sup>将服务机器人定义为基于系统的、自主的、适应性的界面,能够与顾客进行社交互动、沟通交流,并为其提供服务。该定义并未限定服务机器人的存在形式,它们可能以实体机器人的形式存在,也可能以虚拟机器人的形式提供服务。综上所述,可以总结出服务机器人的三大特征:(1)存在形式方面,它具有形象化身或交互界面;(2)行为决策方面,它具有自主性;(3)功能与目标方面,它能够执行有用任务,为人提供服务。基于这三大特征,来讨论一些常见的智能体是否属于服务机器人的范畴。

1) 存在形式。如今人们在酒店、餐厅、博物馆等场所经常能看到实体机器人的身影,它们能够独立、自主地为人们提供不同的服务,毫无疑问它们属于服务机器人的范畴。此外,本文认为,存在于数字世界,如网站、APP、聊天对话框等,基于 AI 技术,如自然语言处理、语音合成、情感计算等,能够自主为顾客提供服务;如产品咨询、技术支持、个性化推荐等虚拟服务代理,也属于服务机器人的范畴。Wirtz 等<sup>[13]</sup>指出,与实体机器人相比,部署虚拟机器人的增量成本几乎可以忽略不计。一个基于全息技术的虚拟机器人只需要视频、扬声器、摄像头和麦克风即可实现,这些组件的成本远低于实体机器人,但却可以提供同样价值的信息咨询服务。

2) 行为决策。常见的智能音箱和语音助手也能够提供服务,但是它们不属于服务机器人的范畴,尽管它们能够与用户进行互动、沟通,但是不具备自主工作的能力。服务机器人的自主性指的是,根据当前状态与环境来规划自身行动并执行的能力<sup>[14]</sup>。智能音箱和语音助手的行动并不是机器自主决定的,而是由用户发出指令、机器自动执行的,因此它们不属于服务机器人。相比之下,扫地机器人是一类典型的服务机器人,因为它在工作时能够自主规划路径而不需要人为操控。从服务管理的角度来看,只有机器人技术搭载人工智能算法,提高服务机器人的智能性和自主性,才能在服务接触中发挥更大价值<sup>[15]</sup>。

3) 功能目标。自动驾驶汽车属于服务机器人,因为它有物理实体、具备自主性、能提供驾驶服务。毛茸茸的社交机器人 Paro 配备了多个传感器,具备学习能力,能够对外界刺激作出反应,常用于帮助老年用户或阿尔茨海默病患者,提供陪伴、减轻压力、改善情绪<sup>[16]</sup>。社交机器人 Paro 提供的是非物理服务,也属于服务机器人。在服务业中,人工智能的价值来源于该技术与消费者进行社交互动的能力<sup>[2]</sup>,优化服务机器人的社交属性可以提升消费者的服务体验,也可以提升员工与机器人的合作体验。

## 2 HSRI: 人-机-服务接触概念模型

根据媒体等同理论 (Media Equation Theory) 和计算机是社会行动者范式 (Computers are Social Actors Paradigm) [17-18], 人们会将智能技术看作社会参与者, 将社会特征和社会角色赋予它们, 并将人与人之间的社会交往规范应用在人 与智能技术的互动中 [19]。与一般的智能技术和智能设备相比, 机器人具有侵入式的物理存在, 与人类共享物理空间, 能够展现出智能性与自主性, 这使人们与机器人互动时更像在与一个拥有心智的生命体互动 [20]。机器人的社交属性也突显出它与其他自助服务技术的差异, 服务机器人不仅是一个工具性存在, 还是一个社会性存在。因此, HSRI 研究不能将机器人当作普通的工具看待, 而要将其作为社会参与者来研究人机互动。本文的主要目的是从人因学科的角度出发, 站在机器人使用者的角度来梳理 HSRI 中的关键影响因素, 重点关注 HSRI 中与人相关的评价指标, 常见指标可分为感知、态度、情感、行为四类 [21]。HSRI 是人和机器人在服务场景中的互动接触, 机器人的属性、人的因素、服务接触的特征都会影响互动过程, 据此提出 HSRI 研究概念模型, 见图 1。

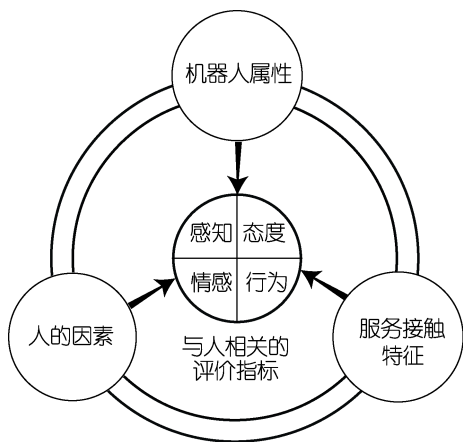


图 1 HSRI 研究的“人-机-服务接触”概念模型  
Fig.1 Conceptual model of "Human-Robot-Service Encounter" in HSRI research

## 3 HSRI 研究的关键因素: 机器人属性

毫无疑问, 人与服务机器人的互动会受到机器人自身属性的影响。对机器人的设计者、生产者、销售者而言, 机器人属性更具有可操作的实际意义, 因此也是目前学术界较为关注且成果丰富的研究问题 [22]。如上文所述, HSRI 研究不仅要关注接受机器人服务的消费者, 也要关注与机器人协作的人类员工。因此, 本小节针对消费者和协作者这两类主要用户, 总结了 HSRI 研究中与机器人相关的主要影响因素, 见图 2 (示例来源于拟人化 [21]、性别 [23]、种族与文化 [24]、

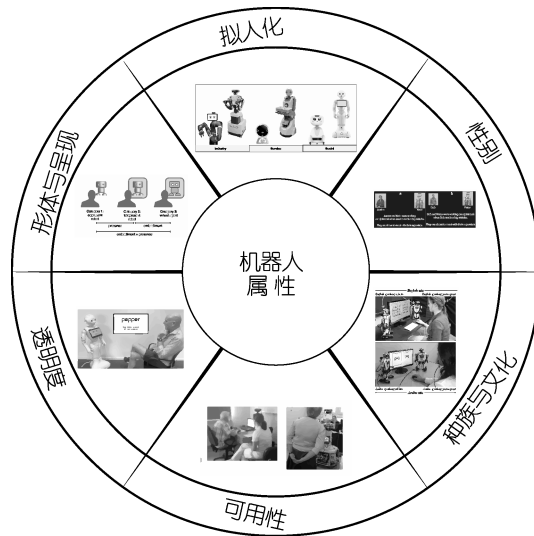


图 2 机器人属性  
Fig.2 Robot attributes

可用性 [25]、透明度 [26]、形体与呈现 [27] )。

### 3.1 拟人化

拟人化是指人们将人类的特征、动机、意图或心理状态等赋予非人对象的倾向或心理过程 [28-29]。拟人化有助于提升人与智能体的交互体验, 研究表明, 拟人化能够帮助人们用人类的逻辑去理解其他非人对象的行为, 让人们认为其行为是可预测的、可控制的 [30]。机器人作为一类特殊的社会实体, 人们很容易将人类的特征、动机、情感等赋予它们 [31], 而且机器人本身具有较高的拟人化能力和身体自主性, 特别适合从拟人化设计中获益 [32]。为了加强机器人的拟人化能力, 它们通常都被设计成像人一样的外表、行为、语言、社交规范等, 即外观拟人化和社交功能拟人化。研究发现, 与非拟人化的机器人相比, 人们对人形机器人的感知、态度与行为都更加正面 [6,21,33-34]。面对服务机器人造型的拟人化趋势, 避免恐怖谷效应也是不可忽视的问题。恐怖谷效应是指, 当机器人的拟人化程度到达一定水平时, 人们对机器人的好感度会骤降甚至会极其反感 [35]。在 HSRI 研究中, 服务机器人合适的拟人化程度和避免恐怖谷效应出现的方法有待进一步探索。

### 3.2 性别

机器人性别可以看作拟人化设计的一部分, 但是鉴于其重要影响, 这里将性别单独列为机器人属性的关键因素之一。机器人的外观、行为、声音、姿势、注视、功能、语境和文化期望等, 都是人们判断机器人性别的线索 [36]。Tay 等 [37] 发现, 不是机器人性别本身而是机器人性别与职业的匹配, 会影响人们对机器人的性别偏好, 这表明机器人性别的影响与人们的性别刻板印象有关。性别刻板印象是针对某一性别的性

格特征、行为、角色的普遍看法或成见<sup>[38]</sup>。例如,人们通常将女性与温暖、亲切等特质相联系,因此当人们感知机器人性别为女性时,对机器人的评价更正面,与机器人的接触意愿也更强烈<sup>[39]</sup>。然而 Bryant 等<sup>[40]</sup>在研究机器人性别、职业性别刻板印象及人机信任之间的关系时发现,比起机器人性别或人的性别,人们感知到的机器人的职业能力更能预测人们对机器人的信任。利用职业性别刻板印象在短期内或许可以为机器人设计带来便利,但是长远来看,机器人设计应该强调其能力,而不是特定的性别,以避免进一步强化社会刻板印象<sup>[41]</sup>。

### 3.3 种族与文化

人们倾向于根据种族、国籍、性别、宗教、职业等特征,将他人归类为内群体成员(我们)或外群体成员(他们),并对内群体成员表现出偏袒,例如将更多的资源、更积极的评价给予内群体成员<sup>[42]</sup>。服务机器人设计可以利用内群体偏爱效应,例如根据用户的种族与文化背景来设计机器人的外观、语言、口音等特征以塑造其种族与文化。除此之外,机器人设计应当考虑更丰富的文化内涵,例如根据使用者的文化来设计机器人的沟通风格<sup>[43]</sup>、社交距离<sup>[44]</sup>、造型特点<sup>[45]</sup>等。未来,随着机器人社会性的增强及社会参与的增多,可以参考霍夫斯泰德文化维度<sup>[46]</sup>,通过主要使用者的文化背景来设计机器人的个人主义或集体主义倾向、权力距离倾向、不确定性规避指数、男性化或女性化倾向、长期导向或短期导向、放任或约束倾向等文化特征。

### 3.4 可用性

在服务机器人接受度模型(Service Robot Acceptance Model, SRAM)的相关研究中<sup>[47-48]</sup>,可用性(Usability)是影响人们对机器人接受度的重要因素。可用性一般包括有用性(Usefulness)和易用性(Ease of Use)两个维度,通常是针对技术产品的功能层面,比如自助服务技术的有用性、易用性会影响人们的态度和使用意愿<sup>[49]</sup>。服务机器人不同于普通的自助服务技术,其有用性和易用性不局限于功能层面,例如 Fuentes-Moraleda 等<sup>[50]</sup>在针对酒店服务机器人接受度的研究中,从功能维度、社会-情感维度、人机关系维度三个方面总结了服务机器人接受度的影响因素。在 HSRI 研究中,服务机器人的可用性不局限于具体功能层面,应该延伸至更多维度,如社会参与和人机关系构建等。

### 3.5 透明度

由于机器推理变得越来越复杂,这些 AI 模型对人们而言就像一个“黑箱子”,非专业用户难以通过对机器人行为的观察来建立有效的心智模型,这将影响其信任与效用<sup>[51]</sup>。因此,可解释的人工智能

(eXplainable Artificial Intelligence, XAI)要求智能算法向人们解释其行为和决策,以帮助人们理解其意图、性能、未来计划、推理过程等<sup>[52]</sup>。研究发现,增加透明度对人机交互有积极的影响,例如决定、校准和维持恰当的人机信任水平<sup>[26,53-54]</sup>。避免信任不足与信任过度对有效的人机协作至关重要,因为信任不足可能会导致弃用,而信任过度会导致误用<sup>[55]</sup>。此外,机器的透明度也会影响人机协作中人的工作负荷<sup>[56]</sup>、对机器的依赖<sup>[57]</sup>、对协作结果的责任归因<sup>[58]</sup>等。因此,机器人的透明度与可解释性也是其关键设计属性之一。

### 3.6 形体与呈现

形体(Embodiment)与呈现(Presence)是智能体形态研究需要考虑的两个关键维度<sup>[27,59]</sup>。形体是指智能体具有形象化身,不仅以抽象算法的形式存在,还可以是物理实体或仿真形象;呈现是指智能体向用户展现自己的方式<sup>[27,60]</sup>,比如实体机器人 NAO 和屏幕中的机器人 NAO,其差别在于呈现方式。形体是智能体的固有属性,而呈现取决于人机交互的方式。研究发现,物理世界中的实体机器人比屏幕中的虚拟机器人更容易让人们共情<sup>[61]</sup>,更有说服力<sup>[27]</sup>,更容易与人们建立友情<sup>[62]</sup>,在人机协作中获得更正面的评价<sup>[59]</sup>,在康复锻炼中提高人们的参与度并带来更好的复健效果<sup>[63]</sup>。然而,企业每增加一位实体机器人会产生一定的增量成本(尽管只是增加一位人类员工所需成本的一小部分),而虚拟机器人的增量成本几乎可以忽略不计<sup>[64]</sup>。综上所述,在机器人服务中,企业应当结合对机器人的功能需求和部署成本来选择适当的呈现方式。

## 4 HSRI 研究的关键因素:人的因素

目前,智能服务机器人的研发主要由“以技术中心”的理念驱动,但是如同数十年前“以用户为中心的设计”实践的兴起,服务机器人的研发也将朝着“以人为中心”的理念过渡。因此,需要关注人的相关因素在 HSRI 中的影响。首先,上文所提及的人员角色(即顾客与员工)会影响 HSRI,由于顾客和员工对服务机器人的需求不同,因此交互过程与交互目的不同,交互结果的影响也不同。除此之外,其他人口学变量与心理学变量也将影响 HSRI,本小节回顾了 HSRI 的相关研究,总结了与人相关的主要影响因素,见图 3(示例来源:年龄<sup>[65]</sup>、性别<sup>[66]</sup>、文化<sup>[67]</sup>、人格特质<sup>[68]</sup>、技术就绪指数<sup>[69]</sup>、对机器人负面态度<sup>[70]</sup>)。

### 4.1 年龄

从客观角度来讲,老年人通常面临着认知能力下降的问题,其注意、推理、记忆、执行等功能退化<sup>[71]</sup>。因此,老年人学习、理解、使用新技术较为困难,这

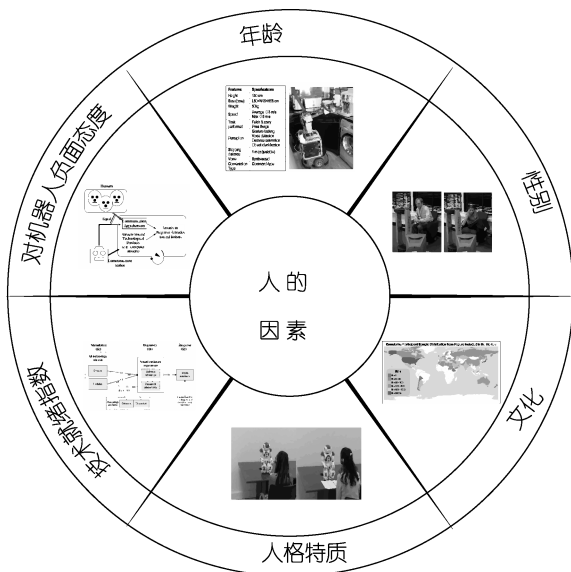


图 3 人的因素  
Fig.3 Human factors

可能会影响他们使用机器人服务时的能力与表现。从主观角度来看,老年人往往也认为自己年龄太大而无法学习新技术<sup>[72]</sup>,在使用新技术时存在自我效能较低的问题<sup>[73]</sup>。然而, Ezer 等<sup>[74]</sup>注意到,当我们把用户与机器人的交互经验纳入考虑时,年龄的主效应就不再显著,这意味着有一定交互经验的老年人也可以较好地使用机器人。另外,不同年龄段的人对服务机器人的需求存在差异,这也体现在现有研究中。例如,针对老年人与服务机器人的互动,现有文献通常关注的是机器人为老年人提供的医疗健康与照护服务<sup>[75-76]</sup>,但是针对儿童与服务机器人的互动,文献更多关注的是机器人为儿童提供的教育、玩伴<sup>[77-78]</sup>等服务。综上所述,使用者的年龄及其所伴随的使用经验、自我效能、用户需求等因素是 HSRI 中需要关注的问题。

#### 4.2 性别

正如机器人性别会影响 HSRI,人的性别也同样,因为人们与机器人的互动从根本上受到自身性别的影响<sup>[79]</sup>。在感知方面, Nomura 等<sup>[80]</sup>在实验中发现,女性比男性对机器人的评价更正面,她们认为机器人更有礼貌、更自信。在态度方面, Gallimore 等<sup>[81]</sup>发现,对同样的安保机器人,女性比男性认为它更可靠,对它的信任水平也更高。在行为方面, Showkat 等<sup>[82]</sup>观察到,人们使用手柄远程操控机器人完成特定任务时,女性用户的自我效能和操作表现不如男性用户,类似的结果在人们使用其他技术产品时也有发现<sup>[83-84]</sup>。Dautenhahn 等<sup>[66]</sup>发现,当机器人向你“走来”时,大部分人不喜欢机器人从正面靠近自己,而是偏好机器人从左侧或右侧靠近自己;但是,也有少部分人喜欢机器人从正面接近,其中女性人数显著多于男性。除此之外, Lei 等<sup>[85]</sup>观察到,在人机团队协作中与男性相比,女性对机器人成员的评价更正面,并

且以更有利于机器人的方式划分赏罚责任。综上所述,在 HSRI 研究中个体性别的影响是不可忽略的问题之一。

#### 4.3 文化

文化影响着人们社会行为的各个方面,身处不同文化与社会环境的个体一般拥有不同的价值观、思维方式、行为习惯等,这也将影响人们对机器人的预期、感知与态度<sup>[86-87]</sup>。而且,不同文化中机器人的形象与发展历史存在差异,西方文化中机器人的形象通常是充当劳动力替代人类工作,而东亚文化更强调其类人属性与角色,这一点在机器“人”一词中也能看出来<sup>[67]</sup>。在世界范围内,日本比其他任何国家都拥有更多的机器人,机器人应用于社会的许多领域,如生产制造、医疗保健、休闲娱乐等,而且日本文化对机器人的接受度更高<sup>[88]</sup>。此外,人与服务机器人的互动离不开语言,语言是和文化相关联的,人们的文化背景会影响他们对机器人用语的偏好<sup>[89]</sup>。因此,服务机器人所面向对象的文化是 HSRI 需要考虑的因素,而且在全球化背景下,面向不同文化的跨文化机器人设计也是值得关注的问题之一。

#### 4.4 人格特质

人格特质是人格构成的基本因素,具有支配个人行为的能力,是使人的行为倾向表现出持久性、稳定性、一致性的心理结构<sup>[90-91]</sup>。人格特质会影响人机交互中个体态度、情感、行为,例如,个体的趣味性与创新性会影响其信息技术采用行为<sup>[92-93]</sup>。Svendsen 等<sup>[94]</sup>研究了人格特质与技术接受模型的关系,发现外向性会影响感知可用性进而影响行为意图,情绪稳定性直接影响行为意图;这意味着个体的人格特质也可能影响人们对服务机器人技术的接受度。此外, Walters 等<sup>[95]</sup>注意到,人格特质会影响个体与机器人互动过程中的个人空间区域,主动性较强的人与机器人的物理距离更近。如何根据用户的人格特质做个性化匹配,从而提高人们对机器人服务的满意度和接受度也是 HSRI 的研究问题之一。

#### 4.5 技术就绪指数

对服务提供商、顾客和员工而言,技术革命既带来了积极作用,也造成了负面压力,基于技术的服务可能会同时引发正面或者负面的感受<sup>[96-97]</sup>。人们对技术服务的正面、负面感受与个体的技术就绪指数 (Technology Readiness Index, TRI) 相关,它指的是个体倾向于接受和使用新技术来实现家庭与工作目标的程度,包括乐观、创新、不适感、不安全感四个维度<sup>[98-97]</sup>。Walczuch 等<sup>[99]</sup>发现,员工的技术就绪指数会影响他们对工作中新技术的接受度。类似的,顾客与员工的技术就绪指数可能会影响他们对服务机器人的接受度。

#### 4.6 对机器人的负面态度

对机器人的负面态度是阻碍人们在日常生活中与机器人互动的心理因素之一, Nomura 等<sup>[100]</sup>提出了对机器人的负面态度量表 (Negative Attitudes toward Robot Scale, NARS), NARS 包括三个子量表: 对机器人交互情境的负面态度、对机器人社会影响的负面态度、对机器人情感的负面态度。研究发现, 对机器人交互情境的负面态度会影响人们与机器人的互动, 对机器人社会影响的负面态度会影响人们面对机器人的自我表达, 而且男性和女性对机器人的负面态度存在程度差异<sup>[101]</sup>。此外, Morsunbul<sup>[102]</sup>发现, 个体人格特质中的外向性和经验开放性是影响人们对机器人持有负面态度的重要因素。在 HSRI 研究中, 降低人工智能和机器人给人们带来的威胁感和危机感, 降低人们与机器人互动时的焦虑感, 从而弱化人们对机器人的负面态度, 可能会有利于提高人们对服务机器人的接受度。

### 5 HSRI 研究的关键因素: 服务接触特征

人与服务机器人的互动通常发生在特定的服务场景中, 其特征会影响该场景下顾客、员工、机器人三者的互动过程, 因此服务接触特征也是 HSRI 的关键影响因素之一。然而, 目前关于服务接触特征对 HSRI 影响的文献数量有限, 相关研究成果不如机器人属性对 HSRI 影响的研究成果丰富。因此, 该部分主要依据广泛的调研与理论分析总结了六大因素, 见图 4 (示例来源: 场所<sup>[103]</sup>、机器人参与度<sup>[104]</sup>、顾客参与度<sup>[105]</sup>、失误后果严重性<sup>[1]</sup>、有形 vs 无形<sup>[78]</sup>、认知分析型 vs 情感社交型<sup>[106]</sup>)。

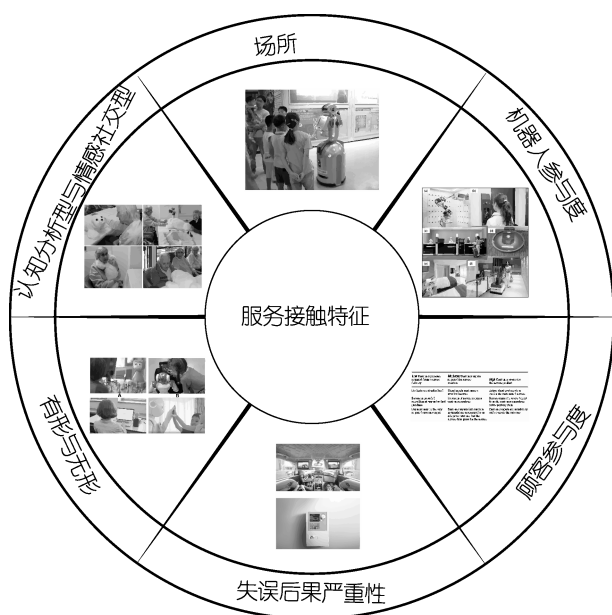


图 4 服务接触特征

Fig.4 Service encounter characteristics

#### 5.1 场所

本文的场所是指服务机器人的使用场所, 如居家场所、工作场所、公共场所。这里以居家场所和公共场所为例进行对比说明, 工作场所的情况通常介于二者之间。首先, 服务场所决定了服务机器人面向的主要用户。在居家场所, 服务机器人通常面对少量、固定的用户, 可以作为智能家居系统的入口, 利用人脸识别、声纹识别等生物识别技术为用户提供个性化服务。相比之下, 公共场所的服务机器人通常面对大量、不固定的用户, 此时提供稳定、可靠、标准化的服务更重要。其次, 服务场所影响用户与服务机器人的互动频率与使用经验。在居家场所, 用户与服务机器人的互动频率高, 使用经验丰富, 此时提高使用的便捷性和效率十分重要。然而公共场所的服务机器人面对的可能大多数是新手用户, 他们缺少使用经验也没有足够的学习时间, 此时易用性和容错性更重要。再次, 服务场所会影响人机关系, 并且决定了合适的社会距离。一般来说, 居家场所的人机关系更亲密, 公共场所的人机关系更疏远, 因此居家场所的服务机器人可以近距离靠近用户, 但是公共场所的服务机器人在接近用户时需要保持适当的社交距离, 以避免给用户造成威胁、压迫、焦虑等不适感。在设计人机交往距离时, 可以参考 Hall<sup>[107]</sup>提出的四类人际交往距离, 分别是公共距离、社交距离、个人距离、亲密距离。最后, 服务场所也会影响人们对服务机器人的安全性和私密性的考量, 其中居家场所对安全性和私密性的要求更高, 有摄像头的机器人可能会引起用户的隐私担忧。

#### 5.2 机器人参与度

机器人参与度会影响服务接触中顾客、员工、机器人三者的互动过程, 根据服务机器人参与度 (从低到高), 可以区分出三种机器人服务模式: 人工服务增强、人机联合服务、机器人独立服务。人工服务增强是指利用机器人来增强人的服务能力, 最终依然由人直接提供服务, 而机器人的作用在于辅助人类员工, 帮助其提升服务效率与质量。例如, 服务机器人能够利用自身优势—作为大型综合服务系统的一部分—从多个系统调用 API, 进行信息检索、处理、整合, 并输出可行方案给人类员工。人机联合服务是指人类员工与服务机器人分工协作、共同提供服务。最常见的一个场景是餐厅传菜, 先由服务机器人将菜品从后厨送到顾客附近, 再由服务人员将菜端上桌面。机器人独立服务是指不需要人类员工的参与, 机器人单独提供服务, 例如常见的扫地机器人。

#### 5.3 顾客参与度

在服务接触中, 顾客参与行为十分普遍, 其参与程度可能会影响服务体验。Bitner 等<sup>[105]</sup>将服务接触

中顾客参与程度分为低、中、高三类:低度参与是指顾客只需要出现在服务交付的过程中,付款或许是顾客的唯一投入,例如音乐会、快餐厅、航空旅行等;中度参与是指服务创造的过程需要消费者的输入,例如理发、体检、报税等;高度参与是指顾客共同参与服务创造、影响服务结果,若脱离顾客参与则服务无法完成,例如旅游业、钢琴课、瘦身项目等。传统服务研究发现,顾客参与度可能会影响客户对服务公司的满意度、客户忠诚度和消费支出等<sup>[108-109]</sup>,而且顾客参与是一把利弊并存的“双刃剑”,会受到情境因素的影响,可能产生积极的或消极的效果<sup>[110]</sup>。类似的,在不同领域、不同情境的机器人服务中,顾客参与度的影响值得进一步探究。

#### 5.4 失误后果严重性

服务失误是指服务表现未达到顾客对服务的评价标准,会影响顾客满意度、未来消费意愿、信任与口碑等因素<sup>[111-112]</sup>。本文中的“服务失误后果严重性”容易和现有文献中的“服务失误严重程度”(Service Failure Severity)相混淆,后者通常用来衡量顾客对服务失误感知强度的评价<sup>[112]</sup>。从定义中可以看出,服务失误严重程度一方面和顾客评价标准有关,一方面和服务表现有关。相比之下,本文中的服务失误后果严重性不受个人评价标准的影响,而是依据客观评价标准,例如餐厅的传菜机器人和自动驾驶汽车相比,二者的失误后果严重性不同,前者的服务失误可能是上错菜,后者的失误则可能危及生命。因此,本文认为,失误后果严重性可能会影响人们接受机器人服务的意愿,而且还可能受到个体风险偏好的影响。

#### 5.5 有形与无形

Lovelock<sup>[113]</sup>提出根据服务对象和任务类型来划分服务类型,服务对象是指服务接受者是人或物;任务类型是指服务是有形的或无形的。本文重点关注人作为服务接受者的机器人服务,常见的针对人的有形服务有餐厅、理发、美容等,针对人的无形服务有教育、音乐会、博物馆等。服务的有形化或无形化决定了提供服务的机器人类型:有形化服务必须由实体机器人来提供,而无形化服务则允许更多类型的机器人<sup>[113]</sup>。现实中的无形化服务可以由多种虚拟机器人提供,如基于文本、语音、影像的和全息投影的机器人。与无形化服务相比,有形化服务中实体机器人和用户共享物理空间,需要靠近甚至接触顾客。因此,更需要考虑机器人的安全性、移动速度、人机交往距离等因素。

#### 5.6 认知分析型与情感社交型

Writz 等<sup>[113]</sup>从认知复杂度和情感-社交复杂度两个维度讨论了机器人服务类型,他们认为在高情感-社交复杂度的任务中人类员工更有优势,而高认知复

杂度的任务中机器人更有优势。这也反映出部分人的固有印象,即认知分析型任务与机器人匹配,而情感社交型任务与人类匹配,这种固有印象可能会影响他们对不同类型的机器人服务的偏好。然而,这并不意味着机器人无法提供需要情感和社交的服务。目前,情感机器人的研发是一个热门方向,研究人员利用人工智能技术赋予机器人类似人类的情感,使之能够表达、识别、理解情绪,这对未来机器人服务的发展至关重要<sup>[114]</sup>。此外,认知分析型任务和情感社交型任务对机器人的要求也有所差异,前者看重服务质量,而后者看重人机关系。

## 6 总结与展望

服务机器人进入人类社会、融入人们的工作与生活已经是必然趋势,与人工服务相比,现有研究肯定了机器人在实现无接触服务<sup>[115]</sup>、提高服务效率<sup>[116]</sup>、降低服务成本<sup>[117]</sup>等方面的优势。随着机器人逐步融入人类社会,人与服务机器人的交互越来越普遍,为了更好地服务顾客,更顺畅地与员工协作,服务机器人设计要从以技术为中心向以人为中心过渡。在这样的背景下,本文提出了 HSRI 研究的“人-机-服务接触”概念模型,从机器人属性、人的因素、服务接触特征三方面综合考虑 HSRI 整体方案。综合上述讨论和分析,以下几个问题在未来的 HSRI 研究中值得关注。

1) 服务机器人的发展和应用阶段。在现阶段,服务机器人的一个重要角色是吸引顾客进入服务场景,其符号意义比实际服务能力更受顾客关注<sup>[117]</sup>。这是因为,目前的机器人服务尚处于早期阶段,人们对服务机器人充满了好奇心,促使顾客选择机器人服务的主要动机是了解、感受与机器人的互动,这种新奇效应的存在也会影响人们对机器人的感知与评价。然而,随着机器人的普及,人们对服务机器人的需求、态度和评价标准都是动态发展和变化的。因此,服务机器人的发展和应用阶段是 HSRI 研究中应当考虑到的问题。

2) 人与服务机器人的短期与长期互动。在现有的 HSRI 研究中,由于多方面的条件限制,大多数实验都是邀请参试者与机器人进行短期的、一次性的互动,较少有研究能够对人与服务机器人的互动进行长时间的追踪观察。然而,短期互动可能无法反映人机互动的全貌,从而导致实验结果的局限性。因此,人机互动的周期也是 HSRI 研究中应当注意的问题。考虑到这一点,就需要回答“长期”应该是多长时间的问题,Leite<sup>[118]</sup>等认为,当用户对机器人熟悉到一定程度后,对机器人的感知不再受到新奇效应的影响时,就可以认为这种互动是“长期的”。

3) 服务机器人发展中的伦理问题。随着服务机器人进入人类社会,与之相关的伦理问题将不可避

免。第一,服务机器人的责任问题引发广泛关注。有学者指出,人机联合行动的原因不仅在于人或机器人,而且是出自人机联合行动体,因此应当根据人机联合行动的特征,建构人机联合责任体,共同承担联合责任<sup>[119]</sup>;第二,人机关系问题值得关注,人与服务机器人的互动模拟了人际交往的过程,未来服务机器人很可能拥有自己的社会角色,与人类进行社交互动并建立不同类型的关系。在人类与机器人共存的时代,理解人机关系就像理解人际关系一样重要;第三,儿童对机器人的认知与依赖问题值得关注,未来当家庭服务机器人成为儿童的照护者、教育者或玩伴等角色时,过早接触机器人的儿童可能无法正确分辨人与机器人的差别,这种情况可能会影响到儿童后续的人际社交活动,此外儿童也可能存在过度依赖机器人的问题。当然,服务机器人所涉及的伦理问题不局限于本文所述,服务机器人的设计和研发应当牢记需要开发负责任、合乎伦理道德的机器人,HSRI研究也需要考虑到服务机器人对社会伦理的影响。

## 7 结语

智能机器人正在快速进入服务业,服务接触中的人机互动体验及其影响因素是当前服务机器人研究的一个重要方向。本文从机器人属性、人的因素、服务接触特征三个方面梳理了人机服务接触体验的影响因素。首先,机器人作为服务的提供者,其自身属性会影响人机服务接触体验,例如机器人的拟人化设计、性别、种族与文化、可用性、透明度、形体与呈现;其次,人作为人机互动的主体,其年龄、性别、文化、人格特质、技术就绪指数、对机器人的负面态度等因素也会影响人机服务接触体验。最后,服务接触所发生的场所、机器人的参与度、顾客的参与度、服务失误后果的严重性,以及有形服务或无形服务、认知分析型服务或情感社交型服务也是人机服务接触体验的潜在影响因素。未来研究及相关设计人员应综合考虑人、机、服务三个方面的影响因素,开展“以人为中心的”服务机器人的研究与设计。

## 参考文献:

- [1] JÖRLING M, BÖHM R, PALUCH S. Service Robots: Drivers of Perceived Responsibility for Service Outcomes[J]. *Journal of Service Research*, 2019, 22(4): 404-420.
- [2] VAN DOORN J, MENDE M, NOBLE S M, et al. Domo Arigato Mr. Roboto[J]. *Journal of Service Research*, 2017, 20(1): 43-58.
- [3] FOX J, GAMBINO A. Relationship Development with Humanoid Social Robots: Applying Interpersonal Theories to Human-Robot Interaction[J]. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 2021, 24(5): 294-299.
- [4] GROOM V, SRINIVASAN V, BETHEL C L, et al. Responses to Robot Social Roles and Social Role Framing[C]// 2011 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS). Philadelphia: IEEE, 2011: 194-203.
- [5] HO T H, TOJIB D, TSARENKO Y. Human Staff Vs. Service Robot Vs. Fellow Customer: Does it Matter who Helps your Customer Following a Service Failure Incident?[J]. *International Journal of Hospitality Management*, 2020, 87: 102501.
- [6] QIU Hai-lian, LI Ming-long, SHU Bo-yang, et al. Enhancing Hospitality Experience with Service Robots: The Mediating Role of Rapport Building[J]. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 2020, 29(3): 247-268.
- [7] SODERLUND M, OIKARINEN E L, TAN T M. The Happy Virtual Agent and Its Impact on the Human Customer in the Service Encounter[J]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2021, 59: 102401.
- [8] PALUCH S, TUZOVIC S, HOLZ H, et al. "my Colleague is a Robot" - Exploring Frontline Employees' Willingness to Work with Collaborative Service Robots[J]. *Journal of Service Management*, 2021, 33(2): 363-388.
- [9] ÖTTING S K, MASJUTIN L, STEIL J J, et al. Let's Work Together: A Meta-Analysis on Robot Design Features that Enable Successful Human-Robot Interaction at Work[J]. *Human Factors*, 2022, 64(6): 1027-1050.
- [10] LEI Xin, RAU P L P. Effects of Task Structure and Attribution Target on Responsibility Attributions in Human-Robot Interaction[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2023, 176: 103038.
- [11] Robotics, ISO 8373:2021[S].
- [12] BELANCHE D, CASALÓ L V, FLAVIÁN C, et al. Service Robot Implementation: A Theoretical Framework and Research Agenda[J]. *The Service Industries Journal*, 2020, 40(3-4): 203-225.
- [13] WIRTZ J, PATTERSON P G, KUNZ W H, et al. Brave New World: Service Robots in the Frontline[J]. *Journal of Service Management*, 2018, 29(5): 907-931.
- [14] BEER J M, FISK A D, ROGERS W A. Toward a Framework for Levels of Robot Autonomy in Human-Robot Interaction[J]. *Journal of Human-Robot Interaction*, 2014, 3(2): 74-99.
- [15] RAJAN K, SAFFIOTTI A. Towards a Science of Integrated AI and Robotics[J]. *Artificial Intelligence*, 2017, 247: 1-9.
- [16] KANG H S, MAKIMOTO K, KONNO R, et al. Review of Outcome Measures in PARO Robot Intervention Studies for Dementia Care[J]. *Geriatric Nursing*, 2020, 41(3): 207-214.
- [17] NASS C, STEUER J, TAUBER E R. Computers are Social Actors[C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 1994: 72-78.
- [18] REEVES B, NASS C I. The media equation: how



- people treat computers, televisions, and new media like real people and places[M]. Stanford, Calif: CSLI Publications, 1996.
- [19] BREAZEAL C L. Designing sociable robots[M]. Cambridge, Mass: MIT Press, 2002.
- [20] YOUNG J E, HAWKINS R, SHARLIN E, et al. Toward Acceptable Domestic Robots: Applying Insights from Social Psychology[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2009, 1(1): 95-108.
- [21] ROESLER E, MANZEY D, ONNASCH L. A Meta-Analysis on the Effectiveness of Anthropomorphism in Human-Robot Interaction[J]. *Science Robotics*, 2021, 6(58): eabj5425.
- [22] 许丽颖, 喻丰. 机器人接受度的影响因素[J]. *科学通报*, 2020, 65(6): 496-510.  
XU Li-ying, YU Feng. Factors that Influence Robot Acceptance[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2020, 65(6): 496-510.
- [23] LAW T, CHITA-TEGMARK M, SCHEUTZ M. The Interplay between Emotional Intelligence, Trust, and Gender in Human-Robot Interaction[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2021, 13(2): 297-309.
- [24] ANDRIST S, ZIADEE M, BOUKARAM H, et al. Effects of Culture on the Credibility of Robot Speech: A Comparison between English and Arabic[C]//*Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2015: 157-164.
- [25] GERŁOWSKA J, SKROBAS U, GRABOWSKA-ALEKSANDROWICZ K, et al. Assessment of Perceived Attractiveness, Usability, and Societal Impact of a Multimodal Robotic Assistant for Aging Patients with Memory Impairments[J]. *Frontiers in Neurology*, 2018, 9: 392.
- [26] NESSET B, ROBB D A, LOPES J, et al. Transparency in HRI: Trust and Decision Making in the Face of Robot Errors[C]//*HRI '21 Companion: Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2021: 313-317.
- [27] LI J. The Benefit of being Physically Present: A Survey of Experimental Works Comparing Copresent Robots, Telepresent Robots and Virtual Agents[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2015, 77: 23-37.
- [28] 许丽颖, 喻丰, 邬家骅, 等. 拟人化: 从“它”到“他”[J]. *心理科学进展*, 2017, 25(11): 1942-1954.  
XU Li-ying, YU Feng, WU Jia-hua, et al. Personification: From "It" to "He"[J]. *Advances in Psychological Science*, 2017, 25(11): 1942-1954.
- [29] EPLEY N, WAYTZ A, CACIOPPO J T. On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism [J]. *Psychological Review*, 2007, 114(4): 864-886.
- [30] WAYTZ A, MOREWEDGE C K, EPLEY N, et al. Making Sense by Making Sentient: Effectance Motivation Increases Anthropomorphism[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2010, 99(3): 410-435.
- [31] EYSSEL F, KUCHENBRANDT D. Social Categorization of Social Robots: Anthropomorphism as a Function of Robot Group Membership[J]. *British Journal of Social Psychology*, 2012, 51(4): 724-731.
- [32] KIESLER S, HINDS P. Introduction to this Special Issue on Human-Robot Interaction[J]. *Human-Computer Interaction*, 2004, 19(1-2): 1-8.
- [33] DE GRAAF M M A, BEN ALLOUCH S. Users' Preferences of Robots for Domestic Use[C]//*Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*. New York: ACM, 2014: 146-147.
- [34] VAN PINXTEREN M M E, WETZELS R W H, RÜGER J, ET AL. Trust in Humanoid Robots: Implications for Services Marketing[J]. *Journal of Services Marketing*, 2019, 33(4): 507-518.
- [35] MORI M, MACDORMAN K F, KAGEKI N. The Uncanny Valley [from the Field][J]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 2012, 19(2): 98-100.
- [36] CARPENTER J, DAVIS J M, ERWIN-STEWART N, et al. Gender Representation and Humanoid Robots Designed for Domestic Use[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2009, 1(3): 261-265.
- [37] TAY B, JUNG Y, PARK T. When Stereotypes Meet Robots: The Double-Edge Sword of Robot Gender and Personality in Human-Robot Interaction[J]. *Computers in Human Behavior*, 2014, 38: 75-84.
- [38] ELLEMERS N. Gender Stereotypes[J]. *Annual Review of Psychology*, 2018, 69: 275-298.
- [39] STROESSNER S J, BENITEZ J. The Social Perception of Humanoid and Non-Humanoid Robots: Effects of Gendered and Machinelike Features[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2019, 11(2): 305-315.
- [40] BRYANT D, BORENSTEIN J, HOWARD A. Why should we Gender? : The Effect of Robot Gendering and Occupational Stereotypes on Human Trust and Perceived Competency[C]//*Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*. New York: ACM, 2020: 13-21.
- [41] ROESLER E, NAENDRUP-POELL L, MANZEY D, et al. Why Context Matters: The Influence of Application Domain on Preferred Degree of Anthropomorphism and Gender Attribution in Human-Robot Interaction[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2022, 14(5): 1155-1166.
- [42] 佐斌, 温芳芳, 宋静静, 等. 社会分类的特性、维度及心理效应[J]. *心理科学进展*, 2019, 27(1): 141-148.  
ZUO Bin, WEN Fang-fang, SONG Jing-jing, et al. The Characteristics, Dimensions and Psychological Effect of Social Categorization[J]. *Advances in Psychological Science*, 2019, 27(1): 141-148.
- [43] PATRICK RAU P L, LI Ye, LI Ding-jun. Effects of Communication Style and Culture on Ability to Accept Recommendations from Robots[J]. *Computers in Human Behavior*, 2009, 25(2): 587-595.
- [44] ERESHA G, HÄRING M, ENDRASS B, et al. Investigating the Influence of Culture on Proxemic Behav-

- iors for Humanoid Robots[C]// 2013 IEEE RO-MAN. Gyeongju: IEEE, 2013: 430-435.
- [45] LEE H R, SABANOVIĆ S. Culturally Variable Preferences for Robot Design and Use in South Korea, Turkey, and the United States[C]// Proceedings of the 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction. New York: ACM, 2014: 17-24.
- [46] HOFSTEDE G. Dimensionalizing Cultures: The Hofstede Model in Context[J]. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2011, 2(1): 8.
- [47] LI Yi, WANG Chong-li. Effect of Customer's Perception on Service Robot Acceptance[J]. *International Journal of Consumer Studies*, 2022, 46(4): 1241-1261.
- [48] STOCK R M, MERKLE M. A Service Robot Acceptance Model: User Acceptance of Humanoid Robots during Service Encounters[C]// 2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops). Kona: IEEE, 2017: 339-344.
- [49] ROSE J, FOGARTY G J. Determinants of Perceived Usefulness and Perceived Ease of Use in the Technology Acceptance Model: Senior Consumers' Adoption of Self-Service Banking Technologies[C]// Proceedings of the 2nd Biennial Conference of the Academy of World Business, Marketing and Management Development: Business Across Borders in the 21st Century. Perth: Academy of World Business, Marketing and Management Development, 2006: 122-129.
- [50] FUENTES-MORALEDA L, DÍAZ-PÉREZ P, OREGINER A, et al. Interaction between Hotel Service Robots and Humans: A Hotel-Specific Service Robot Acceptance Model (sRAM)[J]. *Tourism Management Perspectives*, 2020, 36: 100751.
- [51] WORTHAM R H, THEODOROU A. Robot Transparency, Trust and Utility[J]. *Connection Science*, 2017, 29(3): 242-248.
- [52] GUNNING D, STEFIK M, CHOI J, et al. XAI-Explainable Artificial Intelligence[J]. *Science Robotics*, 2019, 4(37): 7120.
- [53] LYONS J B. Being Transparent about Transparency: A Model for Human-Robot Interaction[C]// 2013 AAAI Spring Symposium Series. Palo Alto: Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2013: 48-53.
- [54] VORM E S. Assessing Demand for Transparency in Intelligent Systems Using Machine Learning[C]// 2018 Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA). Thessaloniki: IEEE, 2018: 1-7.
- [55] PARASURAMAN R, RILEY V. Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse[J]. *Human Factors: the Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1997, 39(2): 230-253.
- [56] GUZNOV S, LYONS J, PFAHLER M, et al. Robot Transparency and Team Orientation Effects on Human-Robot Teaming[J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2020, 36(7): 650-660.
- [57] WRIGHT J L, CHEN J Y C, LAKHMANI S G. Agent Transparency and Reliability in Human-Robot Interaction: The Influence on User Confidence and Perceived Reliability[J]. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 2019, 50(3): 254-263.
- [58] KIM T, HINDS P. Who should I Blame? Effects of Autonomy and Transparency on Attributions in Human-Robot Interaction[C]// ROMAN 2006 - The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. Hatfield: IEEE, 2007: 80-85.
- [59] WANG Bing-cheng, RAU P L P. Influence of Embodiment and Substrate of Social Robots on Users' Decision-Making and Attitude[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2019, 11(3): 411-421.
- [60] WAINER J, FEIL-SEIFER D J, SHELL D A, et al. The Role of Physical Embodiment in Human-Robot Interaction[C]//ROMAN 2006 - The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. Hatfield: 2007: 117-122.
- [61] SEO S H, GEISKKOVITCH D, NAKANE M, et al. Poor Thing! would You Feel Sorry for a Simulated Robot? : A Comparison of Empathy Toward a Physical and a Simulated Robot[C]// Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. New York: ACM, 2015: 125-132.
- [62] SINOOC, VAN DER PAL S, BLANSON HENKEMANS O A, et al. Friendship with a Robot: Children's Perception of Similarity between a Robot's Physical and Virtual Embodiment that Supports Diabetes Self-Management[J]. *Patient Education and Counseling*, 2018, 101(7): 1248-1255.
- [63] VASCO V, WILLEMSE C, CHEVALIER P, et al. Train with Me: A Study Comparing a Socially Assistive Robot and a Virtual Agent for a Rehabilitation Task[C]// International Conference on Social Robotics. Cham: Springer, 2019: 453-463.
- [64] WIRTZ J. Organizational Ambidexterity: Cost-Effective Service Excellence, Service Robots, and Artificial Intelligence[J]. *Organizational Dynamics*, 2020, 49(3): 100719.
- [65] XU Qian-li, NG J S L, TAN O Y, et al. Needs and Attitudes of Singaporeans towards Home Service Robots: A Multi-Generational Perspective[J]. *Universal Access in the Information Society*, 2015, 14(4): 477-486.
- [66] DAUTENHAHN K, WALTERS M, WOODS S, et al. How may I Serve You? : A Robot Companion Approaching a Seated Person in a Helping Context[C]// Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction. New York: ACM, 2006: 172-179.
- [67] LIM V, ROOKSBY M, CROSS E S. Social Robots on a Global Stage: Establishing a Role for Culture during Human-Robot Interaction[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2021, 13(6): 1307-1333.
- [68] ALY A, TAPUS A. A Model for Synthesizing a Com-

- bined Verbal and Nonverbal Behavior Based on Personality Traits in Human-Robot Interaction[C]// 2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI). Tokyo: IEEE, 2013: 325-332.
- [69] GAO J, REN L, YANG Y, ET AL. The impact of artificial intelligence technology stimuli on smart customer experience and the moderating effect of technology readiness[J]. *International Journal of Emerging Markets*, 2022, 17(4): 1123-1142.
- [70] NOMURA T, KANDA T, SUZUKI T, et al. Prediction of Human Behavior in Human—Robot Interaction Using Psychological Scales for Anxiety and Negative Attitudes Toward Robots[J]. *IEEE Transactions on Robotics*, 2008, 24(2): 442-451.
- [71] DEARY I J, CORLEY J, GOW A J, et al. Age-Associated Cognitive Decline[J]. *British Medical Bulletin*, 2009, 92(1): 135-152.
- [72] TURNER P, TURNER S, VAN DE WALLE G. How Older People Account for Their Experiences with Interactive Technology[J]. *Behaviour & Information Technology*, 2007, 26(4): 287-296.
- [73] CZAJA S J, CHARNESS N, FISK A D, et al. Factors Predicting the Use of Technology: Findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE)[J]. *Psychology and Aging*, 2006, 21(2): 333-352.
- [74] EZER N, FISK A D, ROGERS W A. Attitudinal and Intentional Acceptance of Domestic Robots by Younger and Older Adults[C]// International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction. Berlin: Springer, 2009: 39-48.
- [75] KACHOUIE R, SEDIGHADELI S, KHOSLA R, et al. Socially Assistive Robots in Elderly Care: A Mixed-Method Systematic Literature Review[J]. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2014, 30(5): 369-393.
- [76] ROBINSON H, MACDONALD B, BROADBENT E. The Role of Healthcare Robots for Older People at Home: A Review[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2014, 6(4): 575-591.
- [77] BAXTER P E, ASHURST E J, READ R, et al. Robot Education Peers in a Situated Primary School Study: Personalisation Promotes Child Learning[J]. *PLOS ONE*, 2017, 12(5): e0178126.
- [78] BELPAEME T, KENNEDY J, RAMACHANDRAN A, et al. Social Robots for Education: A Review[J]. *Science Robotics*, 2018, 3(21): eaat5954.
- [79] WANG Y, YOUNG J E. Beyond "Pink" and "Blue": Gendered Attitudes towards Robots in Society[C]// Proceedings of Gender and IT appropriation. Science and practice on dialogue-forum for interdisciplinary exchange. Siegen: European Society for Socially Embedded Technologies, 2014: 49-59.
- [80] NOMURA T, TAKAGI S. Exploring Effects of Educational Backgrounds and Gender in Human-Robot Interaction[C]//2011 International Conference on User Science and Engineering (i-USER). Selangor, Malaysia. IEEE, 2012: 24-29.
- [81] GALLIMORE D, LYONS J B, VO T, et al. Trusting Robocop: Gender-Based Effects on Trust of an Autonomous Robot[J]. *Frontiers in Psychology*, 2019, 10: 482.
- [82] SHOWKAT D, GRIMM C. Identifying Gender Differences in Information Processing Style, Self-Efficacy, and Tinkering for Robot Tele-Operation[C]// 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR). Honolulu: IEEE, 2018: 443-448.
- [83] SHASHAANI L. Gender Differences in Computer Attitudes and Use among College Students[J]. *Journal of Educational Computing Research*, 1997, 16(1): 37-51.
- [84] VEKIRI I, CHRONAKI A. Gender Issues in Technology Use: Perceived Social Support, Computer Self-Efficacy and Value Beliefs, and Computer Use beyond School[J]. *Computers & Education*, 2008, 51(3): 1392-1404.
- [85] LEI Xin, RAU P L P. Should I Blame the Human or the Robot? Attribution within a Human-Robot Group [J]. *International Journal of Social Robotics*, 2021, 13(2): 363-377.
- [86] BARTNECK C, NOMURA T, KANDA T, ET AL. A cross-cultural study on attitudes towards robots[C]// Proceedings of the HCI International. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2005 (10): 25.
- [87] LI Ding-jun, PATRICK RAU P L, LI Ye. A Cross-Cultural Study: Effect of Robot Appearance and Task[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2010, 2(2): 175-186.
- [88] MACDORMAN K F, VASUDEVAN S K, HO C C. Does Japan Really Have Robot Mania? Comparing Attitudes by Implicit and Explicit Measures[J]. *Ai & Society*, 2009, 23(4): 485-510.
- [89] WANG Lin, RAU P L P, EVERS V, et al. When in Rome: The Role of Culture & Context in Adherence to Robot Recommendations[C]// 2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI). Osaka: IEEE, 2010: 359-366.
- [90] ALLPORT F H, ALLPORT G W. Personality Traits: Their Classification and Measurement[J]. *The Journal of Abnormal Psychology and Social Psychology*, 1921, 16(1): 6-40.
- [91] CHRISTENSEN A P, GOLINO H, SILVIA P J. A Psychometric Network Perspective on the Validity and Validation of Personality Trait Questionnaires[J]. *European Journal of Personality*, 2020, 34(6): 1095-1108.
- [92] HERRERO R, GARCÍA-PALACIOS A, CASTILLA D, et al. Virtual Reality for the Induction of Positive Emotions in the Treatment of Fibromyalgia: A Pilot Study over Acceptability, Satisfaction, and the Effect of Virtual Reality on Mood[J]. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 2014, 17(6): 379-384.
- [93] OH S H, KIM Y M, LEE C W, et al. Consumer Adoption of Virtual Stores in Korea: Focusing on the Role of Trust and Playfulness[J]. *Psychology & Marketing*, 2009, 26(7): 652-668.
- [94] SVENDSEN G B, JOHNSEN J A K, ALMÅS-

- SØRENSEN L, et al. Personality and Technology Acceptance: The Influence of Personality Factors on the Core Constructs of the Technology Acceptance Model [J]. *Behaviour & Information Technology*, 2013, 32(4): 323-334.
- [95] WALTERS M L, DAUTENHAHN K, TE BOEKHORST R, et al. The Influence of Subjects' Personality Traits on Personal Spatial Zones in a Human-Robot Interaction Experiment[C]// ROMAN 2005. *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*. Nashville: IEEE, 2005: 347-352.
- [96] MICK D G, FOURNIER S. Paradoxes of Technology: Consumer Cognizance, Emotions, and Coping Strategies[J]. *Journal of Consumer Research*, 1998, 25(2): 123-143.
- [97] PARASURAMAN A, COLBY C L. An Updated and Streamlined Technology Readiness Index[J]. *Journal of Service Research*, 2015, 18(1): 59-74.
- [98] PARASURAMAN A. Technology Readiness Index (Tri)[J]. *Journal of Service Research*, 2000, 2(4): 307-320.
- [99] WALCZUCH R, LEMMINK J, STREUKENS S. The Effect of Service Employees' Technology Readiness on Technology Acceptance[J]. *Information & Management*, 2007, 44(2): 206-215.
- [100] NOMURA T, SUZUKI T, KANDA T, et al. Measurement of Negative Attitudes Toward Robots[J]. 2006, 7(3): 437-454.
- [101] NOMURA T, KANDA T, SUZUKI T. Experimental Investigation into Influence of Negative Attitudes Toward Robots on Human-Robot Interaction[J]. *Ai & Society*, 2006, 20(2): 138-150.
- [102] MORSUNBUL U. Human-Robot Interaction: How do Personality Traits Affect Attitudes towards Robot?[J]. *Journal of Human Sciences*, 2019, 16(2): 499-504.
- [103] KIM G, CHUNG W. Navigation Behavior Selection Using Generalized Stochastic Petri Nets for a Service Robot[J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 2007, 37(4): 494-503.
- [104] REIS J, MELÃO N, SALVADORINHO J, et al. Service Robots in the Hospitality Industry: The Case of Henn-Na Hotel, Japan[J]. *Technology in Society*, 2020, 63: 101423.
- [105] BITNER M J, FARANDA W T, HUBBERT A R, et al. Customer Contributions and Roles in Service Delivery[J]. *International Journal of Service Industry Management*, 1997, 8(3): 193-205.
- [106] ROBINSON H, MACDONALD B, KERSE N, et al. The Psychosocial Effects of a Companion Robot: A Randomized Controlled Trial[J]. *Journal of the American Medical Directors Association*, 2013, 14(9): 661-667.
- [107] HALL E T. *The Hidden Dimension*[M]. Garden City: Doubleday, 1966.
- [108] GRISSEMANN U S, STOKBURGER-SAUER N E. Customer Co-Creation of Travel Services: The Role of Company Support and Customer Satisfaction with the Co-Creation Performance[J]. *Tourism Management*, 2012, 33(6): 1483-1492.
- [109] MATHIS E F, KIM H, UYSAL M, et al. The Effect of Co-Creation Experience on Outcome Variable[J]. *Annals of Tourism Research*, 2016, 57: 62-75.
- [110] 范秀成, 杜琰琰. 顾客参与是一把“双刃剑”——顾客参与影响价值创造的研究述评[J]. *管理评论*, 2012, 24(12): 64-71.
- FAN Xiu-cheng, DU Yan-yan. Customer Participation is a "Double-Edged Sword" —A Review about the Effects of Customer Participation in Value Creation[J]. *Management Review*, 2012, 24(12): 64-71.
- [111] HESS R L, GANESAN S, KLEIN N M. Service Failure and Recovery: The Impact of Relationship Factors on Customer Satisfaction[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2003, 31(2): 127-145.
- [112] WEUN S, BEATTY S E, JONES M A. The Impact of Service Failure Severity on Service Recovery Evaluations Andpost - recovery Relationships[J]. *Journal of Services Marketing*, 2004, 18(2): 133-146.
- [113] LOVELOCK C H. Classifying Services to Gain Strategic Marketing Insights[J]. *Journal of Marketing*, 1983, 47(3): 9.
- [114] CHUAH S H W, YU J. The Future of Service: The Power of Emotion in Human-Robot Interaction[J]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2021, 61: 102551.
- [115] KIM S, KIM J, BADU-BAIDEN F, et al. Preference for Robot Service or Human Service in Hotels? Impacts of the COVID-19 Pandemic[J]. *International Journal of Hospitality Management*, 2021, 93: 102795.
- [116] HUANG Ming-hui, RUST R T. Engaged to a Robot? the Role of AI in Service[J]. *Journal of Service Research*, 2021, 24(1): 30-41.
- [117] 许馨芷. “看, 机器人!” ——人工智能机器人在服务实践中的多元角色构建[J]. *科学与社会*, 2022, 12(1): 37-64.
- XU Xin-zhi. "Look, Robots!" —The Dynamic Construction of Artificial Intelligent Robot's Social Role(s) in Service Practices[J]. *Science and Society*, 2022, 12(1): 37-64.
- [118] LEITE I, MARTINHO C, PAIVA A. Social Robots for Long-Term Interaction: A Survey[J]. *International Journal of Social Robotics*, 2013, 5(2): 291-308.
- [119] 郭菁. 基于人机联合行动体的责任归因[J]. *自然辩证法研究*, 2020, 36(11): 54-60.
- GUO Jing. Ascribing Responsibility for the Human-Machine Joint Actor[J]. *Studies in Dialectics of Nature*, 2020, 36(11): 54-60.